

30. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁

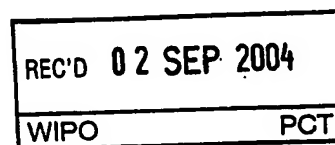
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月30日

出 願 番 号
Application Number: PCT/JP03/09656

出 願 人
Applicant (s): パブコック日立株式会社
早稲田 功
吉元 譲
北橋 義樹
重中 利則

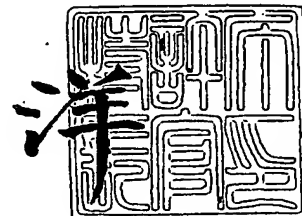


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

2004 年 8 月 19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2003年07月28日 (28.07.2003) 月曜日 11時47分37秒

PC3669

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	PCT/JP 03/09656
0-2	国際出願日	30.07.03
0-3	(受付印)	PCT International Application 日 本 国 特 許 庁
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく 国際出願願書は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.01.2003)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許 協力条約に従って処理されるこ とを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受 理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	PC3669
I	発明の名称	伝熱管パネルモジュールと該モジュールを用いる排 熱回収ボイラの建設方法
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人で ある。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4Ja	名称	バブcock日立株式会社
II-4en	Name	BABCOCK-HITACHI KABUSHIKI KAISHA
II-5Ja	あて名:	105-6107 日本国 東京都 港区 浜松町二丁目4番1号
II-5en	Address:	▲ 世界貿易センタービル ▲ World Trade Center Bldg. 4-1, Hamamatsucho 2-chome Minato-ku, Tokyo 105-6107 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	03-5400-2418
II-9	ファクシミリ番号	03-5400-2460

ARO

ARO

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2003年07月28日 (28.07.2003) 月曜日 11時47分37秒

III-1 III-1-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-1-4J a	氏名(姓名)	早稲田 功
III-1-4e n	Name (LAST, First)	WASEDA, Isao
III-1-5J a	あて名:	737-8508 日本国 広島県 呉市 宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内
III-1-5e n	Address:	c/o Kure Division of Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha 6-9, Takara-machi Kure-shi, Hiroshima 737-8508 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-2-4J a	氏名(姓名)	吉元 譲
III-2-4e n	Name (LAST, First)	YOSHIMOTO, Yuzuru
III-2-5J a	あて名:	737-8508 日本国 広島県 呉市 宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内
III-2-5e n	Address:	c/o Kure Division of Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha 6-9, Takara-machi Kure-shi, Hiroshima 737-8508 Japan
III-2-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-2-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-3 III-3-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-3-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-3-4J a	氏名(姓名)	北橋 義樹
III-3-4e n	Name (LAST, First)	KITAHASHI, Yoshiki
III-3-5J a	あて名:	737-8508 日本国 広島県 呉市 宝町 6 番 9 号 バブコック日立株式会社呉事業所内
III-3-5e n	Address:	c/o Kure Division of Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha 6-9, Takara-machi Kure-shi, Hiroshima 737-8508 Japan
III-3-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-3-7	住所 (国名)	日本国 JP

III-4 III-4-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-4-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-4-4j a	氏名(姓名)	重中 利則
III-4-4e n	Name (LAST, First)	SHIGENAKA, Toshinori
III-4-5j a	あて名:	737-8508 日本国 広島県 呉市 宝町 6 番 9 号 バブcock日立株式会社呉事業所内
III-4-5e n	Address:	c/o Kure Division of Babcock-Hitachi Kabushiki Kaisha 6-9, Takara-machi Kure-shi, Hiroshima 737-8508 Japan
III-4-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-4-7	住所(国名)	日本国 JP
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	松永 孝義
IV-1-1en	Name (LAST, First)	MATSUNAGA, Takayoshi
IV-1-2ja	あて名:	103-0027 日本国 東京都 中央区 日本橋 3 丁目 1 5 番 2 号 高愛ビル
IV-1-2en	Address:	Takaai Bldg. 15-2, Nihonbashi 3-chome Chuo-ku, Tokyo 103-0027 Japan
IV-1-3	電話番号	03-5205-2517
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5205-2519
IV-1-5	電子メール	matsupat@blue.ocn.ne.jp
V V-1	国の指定 広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZM ZW 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国 EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 EP: AT BE BG CH&LI CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL PT SE SI SK TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GQ GW ML MR NE SN TD TG 及びアフリカ知的所有権機構と特許協力条約の締約国である他の国

特許協力条約に基づく国際出願願書

PC3669


原本(出願用) - 印刷日時 2003年07月28日 (28.07.2003) 月曜日 11時47分37秒

V-3	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。)	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NI NO NZ OM PH PL PT RO RU SC SD SE SG SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VC VN YU ZA ZM ZW	
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて 、規則4.9(b)の規定に基づき、 特許協力条約のもとで認められ る他の全ての国の指定を行う。 ただし、V-6欄に示した国の指 定を除く。出願人は、これらの 追加される指定が確認を条件と していること、並びに優先日か ら15月が経過する前にその確認 がなされない指定は、この期間 の経過時に、出願人によって取 り下げられたものとみなされる ことを宣言する。		
V-8	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI	優先権主張	なし (NONE)	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国 際出願日における出願人の資格 に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国 際出願日における出願人の資格 に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て (米国 を指定国とする場合)	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性 喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書 (申立てを含む)	5	-
IX-2	明細書	15	-
IX-3	請求の範囲	3	-
IX-4	要約	1	EZABST00.TXT
IX-5	図面	20	-
IX-7	合計	44	
IX-8	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	国際事務局の口座への振 り込みを証明する書面	-
IX-18	その他	納付する手数料に相当す る特許印紙を貼付した書 面	-
IX-19	要約書とともに提示する図の 番号	11	
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語	

特許協力条約に基づく国際出願願書

PC3669

原本(出願用) - 印刷日時 2003年07月28日 (28.07.2003) 月曜日 11時47分37秒

I-1	提出者の記名押印	
I-1-1	氏名(姓名)	松永 孝義

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	30.07.03
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-8	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

明細書

伝熱管パネルモジュールと該モジュールを用いる排熱回収ボイラの建設方法

5

技術分野

本発明は事業用または産業用の複合発電（コンバインドサイクル発電）プラントに用いられる排熱回収ボイラ（以下、H R S Gということがある）に関し、特にH R S Gの伝熱管パネルのモジュール化による建設方法と該排熱回収ボイラの

10 建設に用いる伝熱管パネルモジュールに関する。

背景技術

ガスタービンとH R S Gを組み合わせた複合発電プラントは他の火力発電プラントに比較して発電効率が高く、燃料として主に天然ガスを用いるので硫黄酸化
15 物および煤塵の発生量が少ないため、排ガスの浄化処理の負担が少なく、将来性の高い発電プラントとして注目されている。また、複合発電プラントは負荷応答性に優れており、電力需要に応じて、その発電出力を急激に変えることができる高頻度起動停止運転（Daily Start Daily Stop）に適した発電方式としても注目されている。

20 複合発電プラントは、発電用ガスタービンと該ガスタービンの排ガスを用いて蒸気を発生させるH R S Gと、該H R S Gで得られた蒸気を用いて発電を行う蒸気タービンを主要な構成機器とするプラントである。

図1に助燃バーナを内部に備えた横型H R S Gの概略構成図を示すが、H R S Gは水平方向にガスタービンからの排ガスGが流れるガスダクトであるケーシング1
25 グ1を備え、ガスタービン排ガスが導入されるケーシング1の入口付近の内部に助燃バーナ2が配置され、その後流側に多数の伝熱管群3が配置されている。ケーシング1は主柱33と主梁34からなる強度部材で支持されている。

H R S Gを含めて複合発電プラントを構成する機器は、大容量の火力発電プラ

ントを構成する機器に比較して、その容量が小さく、プラント用機器製造工場内で完成に近い段階まで組み立てた後に輸送可能であり、その場合には建設現場での据え付け作業が比較的簡単に行える。そのため前記火力発電プラントを構成する大容量の機器に比べて短期間で据え付けが完了する。

- 5 H R S Gなどは決してサイズが小さい機器ではなく、その据え付け作業には多大の労力と時間が必要である。例えば、H R S Gは百数十本の伝熱管とその管寄せを一単位とする伝熱管パネルを建設現場に必要な数だけ輸送して、建設現場で予め建設されているH R S Gの主柱33と主梁34などからなる強度部材とこれら強度部材で支持されたケーシング1の天井部に設けた支持梁に伝熱管パネルを
- 10 一単位ごとに吊り下げる作業を行っていた。何千本、何万本もある伝熱管を、このように高所に吊り下げる作業を繰り返し行うことは危険を伴うだけでなく、工期が長くなり、建設コストが高くなることも問題点であった。

そのため、H R S Gの伝熱管群3を幾つかのモジュールに分けて、それらのモジュールを一単位として前記機器製造工場内で完成させ、建設現場ではそれを組み立てるだけで据え付けが完了することができるようにH R S Gを構成する機器を

15 モジュール化してH R S Gの建設を容易にする技術開発が強く望まれている。

特に、日本国外でH R S Gの建設用部品を調達すること及び良質な建設要員を確保することが困難であることなどの事情を考慮すると、H R S Gを構成する機器の製造に必要な技術力があり、品質管理または工程管理等の管理体制が整い、

20 熟練要員が多い日本国内の前記機器の製造工場において前記機器を複数のモジュールに分けた部分品として完成させ、建設現場に輸送して、組み立てるモジュール化工法が非常に有利である。

そこで、本発明の目的は、輸送時の伝熱管パネルの損傷を防ぎ、同時に輸送コストも節約可能で、かつ据え付け後に無駄になる部材を発生させないH R S Gの建設方法と該方法で用いる伝熱管パネルモジュールを提供することである。

25

また、本発明の目的はH R S Gを構成する機器を複数個にモジュール化して前記機器製造工場内で製造し、各モジュールを現地に輸送して組み立てるための有利なH R S Gの建設方法と該方法で用いる伝熱管パネルモジュールを提供するこ

とである。

発明の開示

- 5 本発明は、排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、
- 伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の上部と下部の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と、該伝熱管パネル 2 3 の天井部、底部およびガス流れに沿う両側部からなる外周部を覆う保温材 1 3 を内側に取り付けたケーシング 1 と、該ケーシング
- 10 1 の天井部外側に設けられた伝熱管パネル支持梁 2 2 と、上部管寄せ 7 を吊り下げるためにケーシング 1 の天井部を貫通して上部管寄せ 7 と伝熱管パネル支持梁 2 2 を接続した管寄せサポート 1 1 と、ケーシング 1 の前記両側部の外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム 2 4 と、ケーシング 1 の天井部外側と底部外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の水平方向の支
- 15 持部材である水平モジュールフレーム 2 5 とを備えた伝熱管パネルモジュール 2 0 を一モジュール単位として排熱回収ボイラの設計仕様に従って適切なサイズで必要な個数分作製し、
- 予め排熱回収ボイラの建設現地において主柱 3 3、主梁 3 4 及び底部柱 3 6 を含む前記伝熱管パネルモジュール 2 0 の支持用強度部材を建設しておき、
- 20 排熱回収ボイラの建設現地において前記各伝熱管パネルモジュール 2 0 を隣接する二つの主柱 3 3 の間から挿入して主梁 3 4 の設置高さに各伝熱管パネルモジュール 2 0 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して、
- 鉛直モジュールフレーム 2 4 と主柱 3 3 との間、天井部側の水平モジュールフレーム 2 5 と主梁 3 4 の間及び底部側水平モジュールフレーム 2 5 と底部柱 3 6
- 25 との間をそれぞれ接続固定する排熱回収ボイラの建設方法である。

上記建設方法において、前記排熱回収ボイラの建設現地では、ガスの流れに直交する方向である水平方向の幅を主柱 3 3 のそれより広げた底部柱 3 6 を前記幅方向に少なくとも各伝熱管パネルモジュール 2 0 の底部コーナ部が載置できる個

数分を配置し、少なくとも両側部の底部柱 3 6 の幅広部分の上に主柱 3 3 と鉛直モジュールフレーム 2 4 の下端部を載置してもよい。

また、本発明は、排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 5 グ 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の上部と下部の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と、

前記伝熱管パネル 2 3 の天井部、底部およびガス流れに沿う両側部からなる外周部を覆う保温材 1 3 を内側に取り付けたケーシング 1 と、

該ケーシング 1 の天井部外側に設けられた伝熱管パネル支持梁 2 2 と、

上部管寄せ 7 を吊り下げるためにケーシング 1 の天井部を貫通して上部管寄せ 7 と伝熱管パネル支持梁 2 2 を接続した管寄せサポート 1 1 と

ケーシング 1 の前記両側部の外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム 2 4 と、

ケーシング 1 の天井部外側と底部外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム 2 5 と、

を備えた伝熱管パネルモジュール 2 0 を一モジュール単位とし、

前記一モジュール単位の伝熱管パネル 2 3 には伝熱管群 3 の長手方向を横断する方向に隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 1 8 と

を備えた排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュールである。

上記伝熱管パネルモジュールにおいて、防振サポート 1 8 とケーシング 1 との間に揺れ止め用固定部材を配置しても良く、また、各伝熱管パネル 2 3 のガス流れに沿う両側面にはガスパス防止用のバッフルプレート 2 8 を取り付け、ガス流れに直交する方向に隣接配置される二つの伝熱管パネル 2 3 の間には、一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に他の側面部が接触するガスショートパス防止

板 2 9 を取り付けることができる。このとき、伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に接触するガスショートバス防止板 2 9 の側面部をガス流れ上流側に折り曲げることが望ましい。

5 H R S G を建設する際に、伝熱管パネル 2 3 部分を複数の伝熱管パネルモジュール 2 0 に分割して H R S G の建設現地での労力の低減、特に高所作業の低減による据付性、作業安全性を図るためには、主柱 3 3、主梁 3 4、底部柱 3 6 などの H R S G の強度部材を組み込んだモジュールとするのが望ましい。しかし、前記強度部材を組み込んだモジュール 2 0 は、排ガス流路を横断する面の幅が長く
10 なり、モジュール 2 0 が大型化する。大型のモジュール 2 0 は、輸送条件から沿岸地域など大型の台船が接岸できる H R S G の建設現地に限られるため、日本で製造したモジュール 2 0 を日本国外で据付するには適応性に乏しい。

そのため、本発明では、H R S G の主柱 3 3 と主梁 3 4 などの強度部材の一部（モジュールフレーム 2 4、2 5）を伝熱管パネルモジュール 2 0 の構成部材として用いる構成を採用する。こうして、輸送時にモジュールフレーム 2 4、2 5
15 が伝熱管パネル 2 3 の補強作用をすることができる。

本発明では、モジュールフレーム 2 4、2 5 は、H R S G の建設後には、主柱 3 3、主梁 3 4 などの H R S G の強度部材の一部となるので、建設後に廃棄する部材はほとんど発生しない。

20 さらに、伝熱管パネルモジュール 2 0 の輸送時には隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 1 8 とケーシング 1 との間に揺れ止め用固定部材などを配置するので輸送時に損傷することがない。

また、ガス流路に直交する方向（炉幅方向）における隣接配置される二つの伝
25 熱管パネル 2 3 の間であって、一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に他の側面部が接触するガスショートバス防止板 2 9 を取り付け、一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に接続したガスショートバス防止板 2 9 の一側面部を下流側に配置し、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に接触する

ガスショートバス防止板 29 の側面部をガス流路内のガス流れ上流側に配置するとガス流れでガスショートバス防止板 29 の一側部が接触するバッフルプレート 28 に強く押圧され、隣接配置される二つの伝熱管パネル 23 の間の隙間が無くなり、伝熱管群 6 を通らないガスの発生（ガスのショートバス）を防止することができる。特に伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 28 に接触するガスショートバス防止板 29 の側面部をガス流路内のガス流れ上流側に折り曲げると、ガス流れが前記折曲部に巻き込まれ、より強く前記折曲部がバッフルプレート 28 に強く押圧され、ガスのショートバスを防止効果がより高くなる。

10

図面の簡単な説明

図 1 は、横型排熱回収ボイラの概略構成図である。

図 2 は、図 1 のボイラのガス流れ方向に直交する方向から見た二つの伝熱管パネルモジュールとそれを支持するの強度部材を一体化した概略配置図（図 1 の A - A 線断面矢視図）である。

図 3 は、図 2 の S - S 線断面矢視図である。

図 4 は、伝熱管パネルモジュールの側面図である。

図 5 は、伝熱管パネルモジュールの上管寄せと上部ケーシング部分の斜視図である。

20 図 6 は、伝熱管パネルモジュールの揺れ止め固定部材の側面図である。

図 7 は、本発明の一実施例の H R S G の建設現地に予め組み立てた横型排熱回収ボイラの強度部材である支柱と底部柱と主梁の斜視図である。

図 8 は、図 7 の強度部材から主梁の一部を取り外している様子を示す斜視図である。

25 図 9 は、伝熱管パネルモジュールを吊り上げる様子を示す図である。

図 10 は、伝熱管パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す平面図である。

図 11 は、伝熱管パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

図 1 2 は、伝熱管パネルモジュールの一つを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

図 1 3 は、二つの伝熱管パネルモジュールを強度部材の間に取り付ける手順を示す斜視図である。

5 図 1 4 は、図 2 の D - D 線切断面の斜視図である。

図 1 5 は、図 2 の楕円 B 部分の伝熱管パネルモジュール内側の鉛直二方向切断面の斜視図である。

図 1 6 は、図 2 の楕円 A 部分の伝熱管パネルモジュール内側の鉛直方向切断面の斜視図である。

10 図 1 7 は、図 2 の楕円 C 部分の伝熱管パネルモジュール内側の鉛直方向の二方向切断面の斜視図である。

図 1 8 は、本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネルの斜視図である。

図 1 9 は、図 1 8 の平面図である。

15 図 2 0 は、従来の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル部分の平面図である。

発明を実施するための最良の形態

20 本発明の実施の形態になる排熱回収ボイラのモジュール化工法の説明を図面と共にする。

図 1 に示す排ガス G が水平方向に流れる横型 H R S G のガス流れ方向に直交する断面を見た図を図 2 に示し、ガス流れ方向の断面を見た図を図 3 に示す。なお、図 2 は図 1 の A - A 線断面矢視図に相当し、図 3 は図 2 の S - S 線断面矢視図に

25 相当する。

排熱回収ボイラの伝熱管群 3 のパネル 2 3 は図 2、図 3 に示すように伝熱管 6、上部管寄せ 7、下部管寄せ 8、上部連絡管 9、下部連絡管 1 0 によって構成され、伝熱管 6 は上部で管寄せサポート 1 1 を介して伝熱管パネル支持梁 2 2 に支持されている。また、伝熱管群 3 のパネル 2 3 の外周はケーシング 1 と内部ケーシ

グ 1 2 およびケーシング 1 と内部ケーシング 1 2 の間に充填される保温材 1 3 によって覆われ、伝熱管パネル支持梁 2 2 に支持されている。伝熱管 6 の外周にはフィン 1 6 (図 2、図 3 には一部のみ図示) が巻き付けられており、フィン付き伝熱管 6 は排ガス流れ方向に対して千鳥状に複数配置されている。伝熱管 6 は排ガス G が伝熱管 6 同士の間を通過する際に、ある速さ以上になると、通過する排ガス G の流体力と排ガス G の経路を構成している伝熱管 6 の剛性力とがお互いに干渉することにより、伝熱管 6 が自励振動する流力弾性振動と呼ばれる現象を起こすおそれがある。その流力弾性振動を防止するためと前後および左右の伝熱管 6 が互いに接触することを避けるために管軸に直交する方向に設けられた防振サ
10 ポート 1 8 (図 3 に図示) により束ねられている。

また、下部管寄せ 8 とその下方のケーシング 1 と内部ケーシング 1 2 と保温材 1 3 からなる壁面構造物との間にはパネル耐震装置 3 1 が設けられている。

図 4 には伝熱管パネルモジュール 2 0 の側面図を示す。前記構成からなる複数のフィン付き伝熱管 6 の群、上部管寄せ 7 および下部管寄せ 8 などからなる伝熱管パネル 2 3 を複数に分けてモジュール化し、輸送用フレームを兼ねる鉛直モジュールフレーム 2 4 (2 4 a、2 4 b) と水平モジュールフレーム 2 5 と共に一体化して各伝熱管パネルモジュール (以下、単にモジュールと称することがある) 2 0 を得る。

20 一つの伝熱管パネルモジュール 2 0 内には約 6 0 0 本の伝熱管 6 とそれらの上下の管寄せ 7、8 と上下の連絡管 9、1 0 などを備え、さらにこれらの周囲に H R S G の天井面と側壁面と底壁面を構成するケーシング 1 と内部ケーシング 1 2、保温材 1 3 のそれぞれの一部を構成する壁面構造物 (H R S G として組み立てられた時のガス流れ方向に対向する面には前記壁面構造物はない。) を設けて、これらを一体物としてモジュールフレーム 2 4、2 5 内に収納した構成になっている。
25

図 5 には一組の伝熱管パネルモジュール 2 0 の上部管寄せ 7 部分をケーシング 1 の天井部を介して吊り下げる支持構造の一部断面図を模式的な斜視図で示す。

各伝熱管パネルモジュール 20 のケーシング 1 の天井面の四隅の周辺部は水平モジュールフレーム 25 が固定され、水平モジュールフレーム 25 の内側のケーシング 1 上には複数の伝熱管パネル支持梁 22 が固定されている。伝熱管パネル支持梁 22 は管寄せサポート 11 を介して伝熱管 6 の上部管寄せ 7 を支持しており、該伝熱管パネル支持梁 22 の両端部は水平モジュールフレーム 25 に溶接接続されている（図 5 では手前の水平モジュールフレーム 25 を図示していない）。

図 4 に図示したようにケーシング 1 の外側に突出する箇所に建設現地に予め設けられている主柱 33 及び主梁 34 と一体化して H R S G のケーシング 1 の強度部材となる鉛直モジュールフレーム 24（24 a、24 b）と水平モジュールフレーム 25 をケーシング 1 に予め溶接接続している。モジュールフレーム 24、25 は主柱 33 及び主梁 34 に比べて幅の狭い H 型鋼などから構成される。

鉛直モジュールフレーム 24 は建設現地で主柱 33 と接続され、天井部側水平モジュールフレーム 25 は建設現地で主梁 34 と接続され、底部側水平モジュールフレーム 25 は底部柱 36 と接続される。モジュールフレーム 24、25 はそれぞれ建設現地で H R S G の主柱 33 及び主梁 34 の一部となる位置に設けられるが、モジュールフレーム 24、25 はモジュール 20 の輸送時における補強材となる。また、主柱 33 及び主梁 34 より比較的幅の狭い前記モジュールフレーム 24、25 がケーシング 1 の外側に突出する長さは主柱 33 及び主梁 34 の幅より短いので、モジュールフレーム 24、25 が輸送コストに占める割合は小さい。

なお、図 4 に示すモジュール 20 の 2 つの鉛直モジュールフレーム 24 a、24 b の中で、モジュールフレーム 24 b はガス流路の幅方向（ガス流れに直交する方向）に 2 個のモジュール 20 を並列配置したときに H R S G のガス流路の中心部に位置するフレーム 24 であり、また、2 つのモジュールフレーム 24 a、24 b には輸送時の補強のためにモジュール 20 の幅方向の補強用モジュールフレーム 24 c が取り付けられ、また、モジュールフレーム 24 c をモジュールフレーム 24 b に接続するためのブラケット 24 d がモジュールフレーム 24 b に取り付けられている。これらモジュールフレーム 24 b、24 c およびブラケット 24 d は建設現地でのモジュール 20 の据え付け後には撤去される。

本実施の形態ではモジュール 20 が輸送中の揺れにより損傷することを防ぐために、図 6 に示すように防振サポート 18 とケーシング 1 と内部ケーシング 12 と保温材 13 からなる壁面構造物との間に揺れ止め用固定ボルト 26 を配置して 5 も良い。前記壁面構造物の外側から防振サポート 18 の端部に向けて押圧可能な揺れ止め用固定ボルト 26 を押し当てた後、ロックナット 27 で締め付けて伝熱管パネル 23 を防振サポート 18 を介して前記壁面構造物に固定する（図 6（a））。H R S G 建設現場でモジュール 20 を据え付ける際に、このロックナット 27 の締め付けをゆるめて前記固定ボルト 26 の防振サポート 18 への押圧を 10 解除してモジュール 20 を前記壁面構造物から取り外す（図 6（b））。

また、図示していないが、前記壁面構造物と防振サポート 18 の端部の間隔に相当する長さのプレートを用意する固定部材を前記壁面構造物と防振サポート 18 の両方に溶接しておき、輸送後はこの固定部材を切断することでも良い。

さらに、前記壁面構造物と防振サポート 18 の端部の間隔に相当する厚みの木材などのプレートを、前記間隔に差し込んでおき、輸送後は、このプレートを抜き出すことでも良い。

また、伝熱管パネル 23 が振動しないように、砂、ゲル材等の充填物を前記壁面構造物の内側の伝熱管パネル 23 の要所要所に充填しておき、輸送後は、この充填物を抜き出すことでも良い。

20 さらに、図示していないが、幅が変更可能で、かつ設定した幅を仮固定できる一対のロッドを備えた揺れ止め用固定部材を輸送中に前記壁面構造物と防振サポート 18 の間に挟み込んでおくことで伝熱管パネル 23 の輸送中の損傷を防止することもできる。

25 また、蒸気温度が 1300℃級の複合発電プラント用の H R S G では、ガス流路の幅方向（ガス流れに直交する方向）に 2 または 3 個のモジュール 20 に分割し（図 2 には 2 分割したモジュール 20 を H R S G の主柱 33、主梁 34 に組み付けたガス流れ方向の断面方向を見た図を示す。）、またガス流れ方向には伝熱管パネル 23 の配置と輸送上の制約から H R S G の全伝熱管パネル 23 を 6 ～ 1

2のモジュール20に分割するが、各モジュール20はH R S G内での配置位置に応じてサイズが異なる場合がある。一つのモジュール20のサイズは、例えば長さ2.6m、幅3～4.5m、高さ1.5～4mである。

- 5 また、H R S Gの建設現地には、図7の斜視図に示すように予め幅広の底部柱36を設け、該底部柱36上に主柱33と主梁34を建設しておく。主柱33と主梁34の設置位置が決まると隣接する主柱33同士をつなぐサイドサポート37を設けて、主柱33と主梁34の保持をより強固にしておく。

なお、底部柱36の水平方向（炉幅方向）の幅は、その上に配置される主柱33の幅より大きくしておき、図7に示すガス流路の幅方向に2個のモジュール20を隣接配置する場合に、中央の底部柱36の上に同時に2つのモジュール20の底部コーナ部を載置できる。また側壁面側の2つの底部柱36にはガス流れ方向に隣接配置される2つのモジュール20の他方の底部コーナ部をそれぞれ載置する。

15

次いで、図8の斜視図に示すように、モジュール20を上記主柱33、主梁34、底部柱36及びサイドサポート37からなるH R S G強度部材に組み込む前に主梁34のいくつかを取り外しておき、モジュール20を図9に示すようにモジュールフレーム24、25の天井部側と底部側の適所をそれぞれクレーン42により吊り上げて図10の平面図及び図11の斜視図に示すような順序で順次隣接する主柱33間に配置する。

このときも各モジュール20は主柱33と主梁34の一部となる前記モジュールフレーム24、25がケーシング1の外側に設けられているので、クレーン42で吊り上げる際にモジュール20が強度不足で変形するおそれはない。しかしモジュール20の吊り上げ時にモジュール20の一部を地面に接触させた状態で吊り上げると、不測の荷重が前記地面接触部に掛かり、変形するおそれがあるので、モジュール20のケーシング1の天井部と底部をそれぞれクレーン42と共に地面に接触しないように吊り上げながら図10、図11に示すように2つの主柱33の間から挿入し、主梁34に吊り下げる必要がある。

図 1 0、図 1 1 に示すようにモジュール 2 0 の設置箇所の前後方向のサイドサポート 3 7 が無い二つの主柱 3 3 の間から挿入して、図 1 2 の斜視図に示すように所定の位置に配置される。次いで図 1 3 の斜視図に示すように、もう一つの並列配置されるモジュール 2 0 も同様に 2 つの主柱 3 3 の間に挿入され、後側の主梁 3 4 に接続され、これら二つのモジュール 2 0 の上部が前側の主梁 3 4 に接続される。

図 1 4 (図 2 の D-D 線切断面の斜視図) に示す適切な位置で主柱 3 3 に鉛直モジュールフレーム 2 4 をボルト・ナット 3 8 と溶接により接続し、また、図 1 0 5 (図 2 の楕円 B 部分のモジュール 2 0 内側の鉛直二方向切断面の斜視図) に示すように主梁 3 4 に水平モジュールフレーム 2 5 をボルト・ナット 3 8 と溶接により接続する。

さらに、図 1 6 (図 2 の楕円 A 部分のモジュール 2 0 内側の鉛直方向切断面の斜視図) にガス流路の幅方向に並列配置する 2 個のモジュール 2 0 の各水平モジュールフレーム 2 5 の隣接部分を示すように、各モジュール 2 0 の水平モジュールフレーム 2 5 部分が共に一つの底部柱 3 6 に載置される。

なお、図 1 7 (図 2 の楕円 C 部分のモジュール 2 0 内側の鉛直方向の二方向切断面の斜視図) には、ガス流路の幅方向に並列配置する 2 個のモジュール 2 0 およびガス流路のガス流れ方向に隣接配置される 2 つのモジュール 2 0 の水平モジュールフレーム 2 5 部分を示す。

前記図 1 4 ~ 図 1 7 に示す斜視図では、互いに主柱 3 3 と主梁 3 4 に鉛直、水平モジュールフレーム 2 4、2 5 が溶接などで接続された後に、各モジュール 2 0 の隣接する間隙部には保温材 1 3' 及び/又はケーシング 1' (内部ケーシング 1 2 は図示せず) で埋められる。

25 ガス流路の幅方向に並列配置する 2 個のモジュール 2 0 が H R S G の強度部材 (主柱 3 3、主梁 3 4、底部柱 3 6 及びサイドサポート 3 7) に溶接接続された後のガス流れ方向から見た側面図は図 2 に示す通りである。

こうして、前記伝熱管パネルモジュール 2 0 を H R S G の建設現地で据え付け

るとH R S Gのケーシング1と共に伝熱管パネル2 3の設置が完了することになる。

本実施の形態により、H R S Gのケーシング1の内部上方での危険な建設作業が無くなり、足場の設置、及びその解体作業も不要となり、H R S Gのケーシング1に容易に、かつ短時間で伝熱管パネル2 3を設置できるので短い工期でH R S Gを建設できる。

また、本発明の一実施例の排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル2 3のみを図1 8の斜視図と図1 9の平面図で示すが、伝熱管パネル2 3のガス流れに沿った側面にバッフルプレート2 8を設け、さらにガスのショートパスを防止するガスショートパス防止板2 9を設けた。

各伝熱管パネル2 3の両側面にはバッフルプレート2 8が設けられ、伝熱管パネル2 3とケーシング1との隙間からガスがショートパスすることを防止しているが、本実施例のように排熱回収ボイラの炉幅方向に並列配置した伝熱管パネル2 3同士の間隙をバッフルプレート2 8だけで埋めることはできない。これは、伝熱管パネル2 3の据付作業及び該パネル2 3の熱伸びを考慮して、隣接伝熱管パネル2 3同士の間には隙間を設ける必要があるからである。

前記隙間をそのままにしておくと、この隙間をガスが通り抜け、その結果、伝熱管パネル2 3を通過するガス量が減少するため回収熱量が低下するという問題が生じる。そのため、従来は、伝熱管パネル2 3の間隙は伝熱管パネル2 3の設置後に、図2 0の平面図に示すように、隣接パネル2 3のバッフルプレート2 8同士の間隙のガス入口部及び出口部にガスショートパス防止板2 9を設置していた。しかし、高所を含めて高さ方向に足場を設置した後、ガスショートパス防止板2 9を設置するために、高所作業による作業員の落下防止等の安全対策を施すなど、据付期間が長くなっていた。

そこで本実施例では、各伝熱管パネル2 3のガス入口部及び出口部に相当する位置の片側の伝熱管パネル2 3のバッフルプレート2 8にガスショートパス防止板2 9を予め工場等で取り付け建設現場に持ち込み、ガスショートパス防止板

29を取り付けた伝熱管パネル23を先に据え付ける。矩形状のガスショートバス防止板29の一側面はバッフルプレート28取り付け、その反対側の側面はフリーにしておく。

ガスショートバス防止板29を取り付けた伝熱管パネル23を建設現地で据え
5 付けた後、並列配置される他方のガスショートバス防止板29のない伝熱管パネル23を据え付けるが、このとき、前記ガスショートバス防止板29が、他方の伝熱管パネル23のバッフルプレート28に接触するように他方の伝熱管パネル23を据え付ける。

こうしてガスが流れると、ガスショートバス防止板29のフリーの側面がガス
10 入口側で他方の伝熱管パネル23のバッフルプレート28に圧接するので、前記2つの伝熱管パネル23間の隙間が無くなり、ガスのショートバスが無くなる。

また、ガスショートバス防止板29のフリーにした側面を折曲形状にしておく
と、ガス流が効率良く前記折曲部に巻き込まれるので、より確実に他方の伝熱管
パネル23のバッフルプレート28にガスショートバス防止板29が押圧され、
15 前記隙間を無くし、ガスのショートバスを確実に防止できる。

このように、各伝熱管パネル23の両側面に設けられたバッフルプレート28
にガスショートバス防止板29を機器製造工場等で予め取り付けておくことで、
H R S G建設現地での取り付け用の足場を組む必要が無くなり、ガスショートバス防止板29の据付期間の短縮と、据付作業の安全性を図った。

20

産業上の利用可能性

本発明によれば、H R S Gの主柱33と主梁34などの強度部材の一部（モジュールフレーム24、25）を伝熱管パネルモジュール20の構成部材として共通化する構成を採用することで、排熱回収ボイラの伝熱管群モジュール20を建
25 設現地に据え付ける場合に各モジュール20間および該モジュール20とH R S Gの前記強度部材との連結部にH R S G建設現地での据付性の高い構造を適用できる。

また、H R S Gの建設現地に予め設ける強度部材の底部柱36を主柱33より幅広とすることで伝熱管パネルモジュール20の据付作業を低減でき、複合発電

プラントの建設工程の合理化が図れると共に現地据付コストを低減することができる。

さらに、モジュールフレーム 2 4、2 5 は H R S G の建設後には、主柱 3 3、主梁 3 4 などの H R S G の強度部材の一部となるので、建設後に廃棄する部材は 5 ほとんど発生しない利点がある。

また、伝熱管パネルモジュール 2 0 の輸送時には隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 1 8 とケーシング 1 との間に揺れ止め用固定部材を配置するので輸送時の伝熱管パネルモジュール 2 0 の損傷を防ぐことができ、遠隔地への伝熱管パネルモジュール 2 0 の輸送が容易となる。

10 さらに、炉幅方向（ガス流れに直交する方向）における隣接配置される二つの伝熱管パネル 2 3 の間であって、一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に他の側面部が接触するガスショートバス防止板 2 9 を取り付け、特に伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 に接触するガスショートバス防止板 2 9 の側面部を 15 ガス流路内のガス流れ上流側に折り曲げておくと、二つの伝熱管パネル 2 3 の間からガスがショートバスすることがなくなり、ガスの保有熱を有効に回収することができる。

また、予め一方の伝熱管パネル 2 3 のバッフルプレート 2 8 にガスショートバス防止板 2 9 の一側面部を取り付けておくと、H R S G の建設現地では炉内足場 20 無しでガスショートバス防止板 2 9 を有する伝熱管パネル 2 3 を設置できるので、据付工事期間が短縮され、高所作業が無くなるため据え付け作業の安全上も好ましい。

請求の範囲

1. 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の上部と下部の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 2 3 と、

該伝熱管パネル 2 3 の天井部、底部およびガス流れに沿う両側部からなる外周部を覆う保温材 1 3 を内側に取り付けたケーシング 1 と、

10 該ケーシング 1 の天井部外側に設けられた伝熱管パネル支持梁 2 2 と、

上部管寄せ 7 を吊り下げるためにケーシング 1 の天井部を貫通して上部管寄せ 7 と伝熱管パネル支持梁 2 2 を接続した管寄せサポート 1 1 と、

ケーシング 1 の前記両側部の外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム 2 4 と、

15 ケーシング 1 の天井部外側と底部外側に設けた伝熱管パネル 2 3 の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム 2 5 と、

を備えた伝熱管パネルモジュール 2 0 を一モジュール単位として排熱回収ボイラの設計仕様に従って適切なサイズで必要な個数分作製し、

予め排熱回収ボイラの建設現地において主柱 3 3、主梁 3 4 及び底部柱 3 6 を含む前記伝熱管パネルモジュール 2 0 の支持用強度部材を建設しておき、

排熱回収ボイラの建設現地において前記各伝熱管パネルモジュール 2 0 を隣接する二つの主柱 3 3 の間から挿入して主梁 3 4 の設置高さに各伝熱管パネルモジュール 2 0 の伝熱管パネル支持梁 2 2 を配置して、

鉛直モジュールフレーム 2 4 と主柱 3 3 との間、天井部側の水平モジュールフレーム 2 5 と主梁 3 4 の間及び底部側水平モジュールフレーム 2 5 と底部柱 3 6 との間をそれぞれ接続固定することを特徴とする排熱回収ボイラの建設方法。

2. 前記排熱回収ボイラの建設現地では、ガスの流れに直交する方向である水平方向の幅を主柱 3 3 のそれより広げた底部柱 3 6 を前記幅方向に少なくとも各

伝熱管パネルモジュール 20 の底部コーナ部が載置できる個数分を配置し、少なくとも両側部の底部柱 36 の幅広部分の上に主柱 33 と鉛直モジュールフレーム 24 の下端部を載置することを特徴とする請求項 1 記載の排熱回収ボイラの建設方法。

5

3. 排ガスがほぼ水平方向に流れるガス流路を構成するケーシング 1 内に伝熱管群 3 を配置して蒸気を発生させる排熱回収ボイラの建設方法であって、

伝熱管群 3 と該伝熱管群 3 の上部と下部の管寄せ 7、8 とからなる伝熱管パネル 23 と、

10 該伝熱管パネル 23 の天井部、底部およびガス流れに沿う両側部からなる外周部を覆う保温材 13 を内側に取り付けたケーシング 1 と、

該ケーシング 1 の天井部外側に設けられた伝熱管パネル支持梁 22 と、

上部管寄せ 7 を吊り下げるためにケーシング 1 の天井部を貫通して上部管寄せ 7 と伝熱管パネル支持梁 22 を接続した管寄せサポート 11 と

15 ケーシング 1 の前記両側部の外側に設けた伝熱管パネル 23 の鉛直方向の支持部材である鉛直モジュールフレーム 24 と、

ケーシング 1 の天井部外側と底部外側に設けた伝熱管パネル 23 の水平方向の支持部材である水平モジュールフレーム 25 と、

を備えた伝熱管パネルモジュール 20 を一モジュール単位とし、

20 前記一モジュール単位の伝熱管パネル 23 には伝熱管群 3 の長手方向を横断する方向に隣接する伝熱管 6 同士の接触を防ぐために所定間隔で配置される防振サポート 18 と

を備えたことを特徴とする排熱回収ボイラ建設用の伝熱管パネルモジュール。

25 4. 防振サポート 18 とケーシング 1 との間に揺れ止め用固定部材を配置したことを特徴とする請求項 3 記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管パネルモジュール。

5. 各伝熱管パネル 23 のガス流れに沿う両側面にはガスパス防止用のバッフ

ルプレート 28 を取り付け、ガス流れに直交する方向に隣接配置される二つの伝熱管パネル 23 の間には、一方の伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 28 に一側面部が接続され、他方の伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 28 に他の側面部が接触するガスショートパス防止板 29 を取り付けたことを特徴とする請求項 53 記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管パネルモジュール。

6. 伝熱管パネル 23 のバッフルプレート 28 に接触するガスショートパス防止板 29 の側面部をガス流れ上流側に折り曲げたことを特徴とする請求項 5 記載の排熱回収ボイラの建設用の伝熱管パネルモジュール。

要約書

H R S Gを構成する機器を複数個にモジュール化して工場内で製造し、各モジュールを現地に輸送して組み立てるための有利な建設方法であり、伝熱管群3と

5 該伝熱管群3の上下管寄せ7、8とからなる伝熱管パネル23と伝熱管パネル23のケーシング1とケーシング1の天井部外側に設けられた伝熱管パネル支持梁22とケーシング1の外側に設けた鉛直、水平モジュールフレーム24、25を有する伝熱管パネルモジュール20をH R S Gの設計仕様に従って適切なサイズで必要な個数分作製し、予め排熱回収ボイラ（H R S G）の建設現地において主

10 柱33、主梁34及び底部柱36を含むモジュール支持用強度部材を建設しておき、各モジュール20を輸送して前記建設現地において隣接する主柱33間にクレーン42により吊り降ろすことで主梁34の設置高さに各モジュール20の支持梁22を配置して水平モジュールフレーム25と主梁34及び底部柱36とそれぞれ接続固定すると共に鉛直モジュールフレーム24を主柱33と接続固定す

15 る排熱回収ボイラの建設方法である。

1 / 2 0

FIG. 1

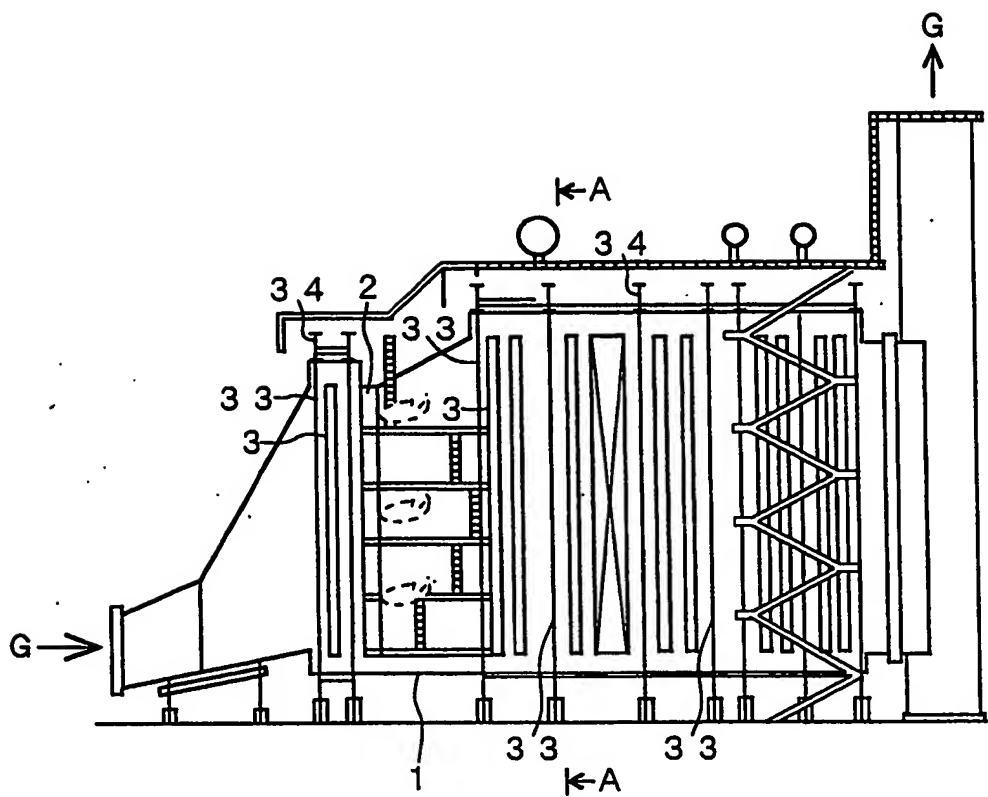
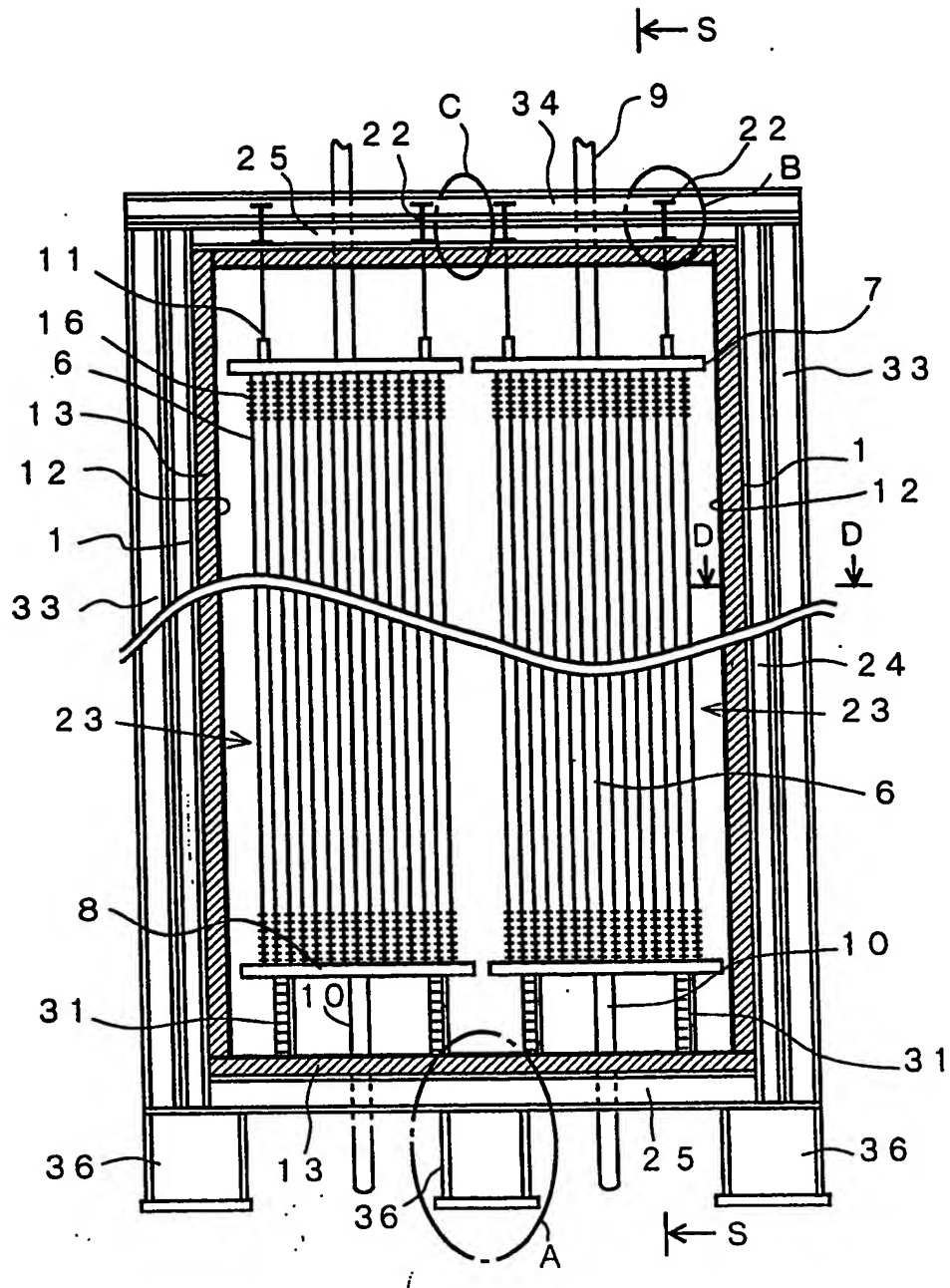
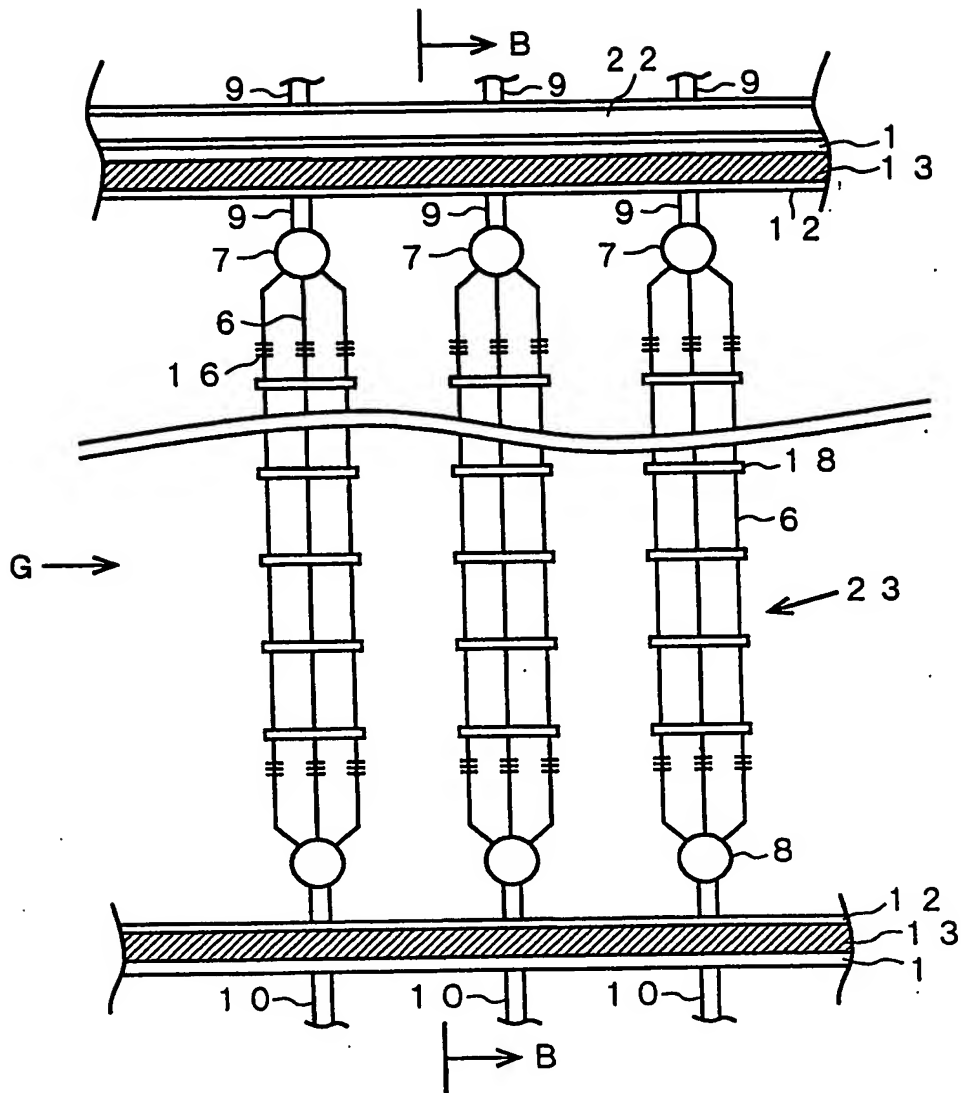


FIG. 2



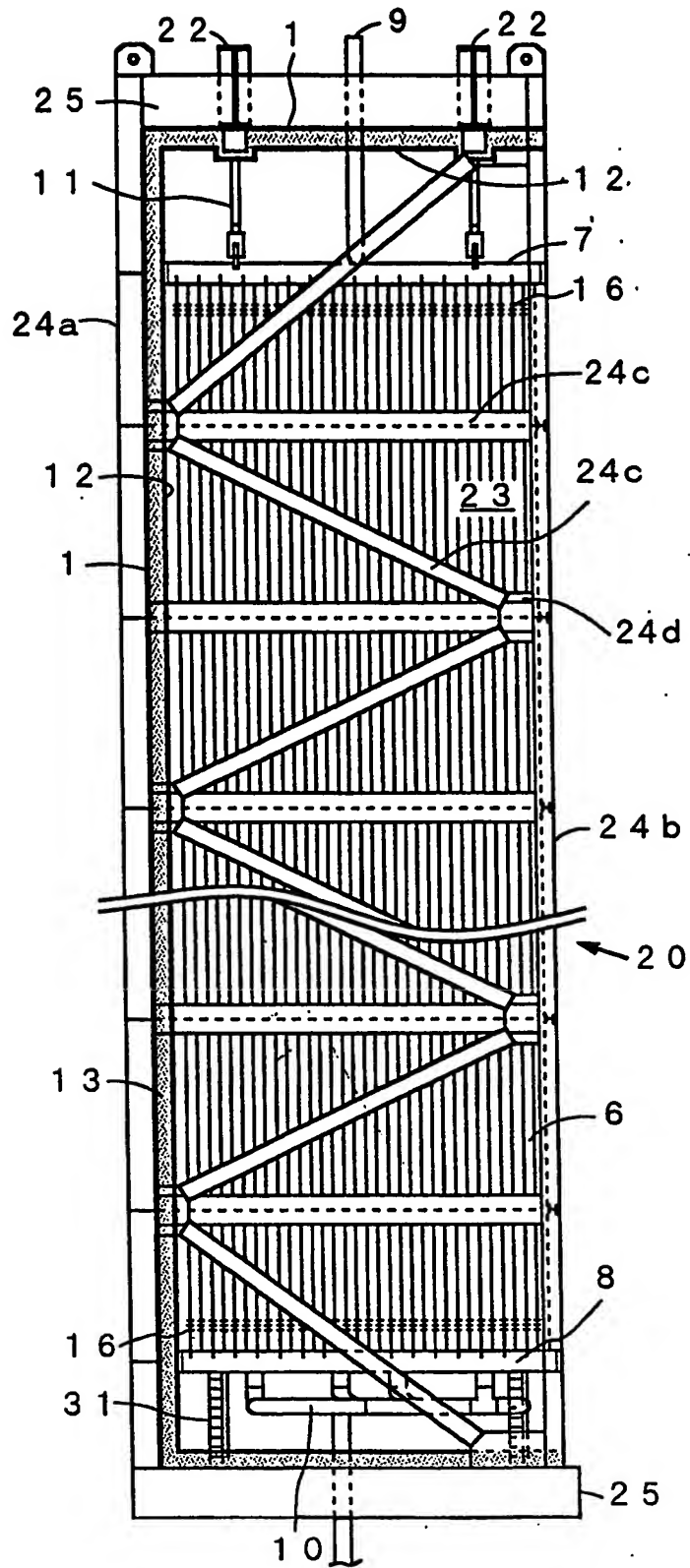
3/20

FIG. 3



4/20

FIG. 4



5/20

FIG. 5

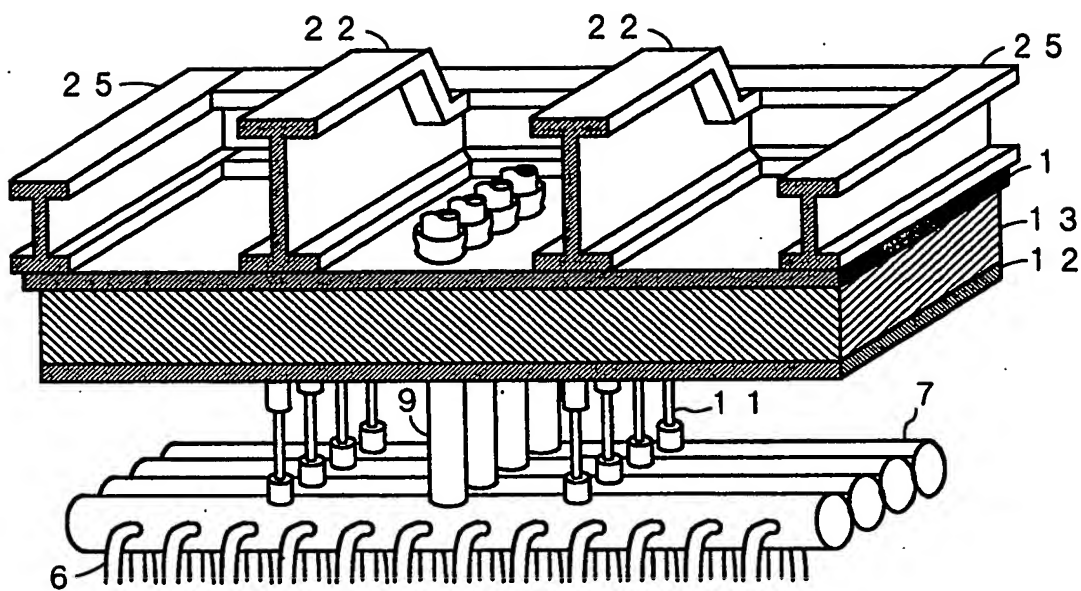
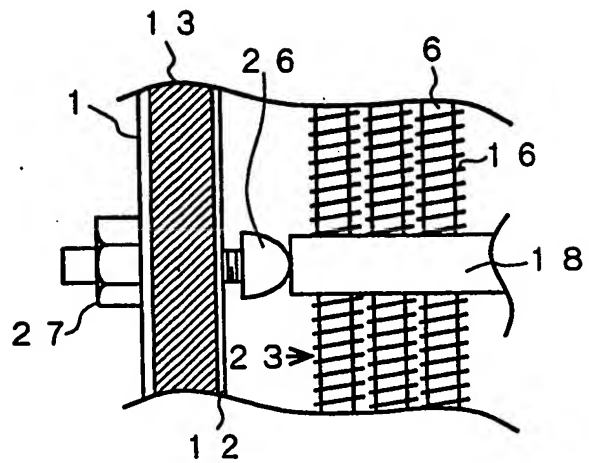
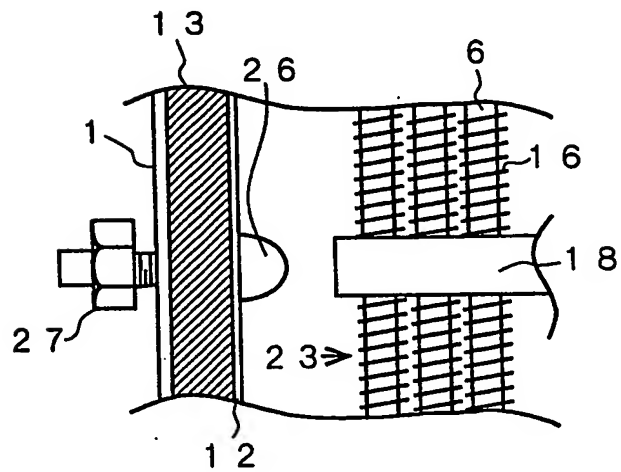


FIG. 6

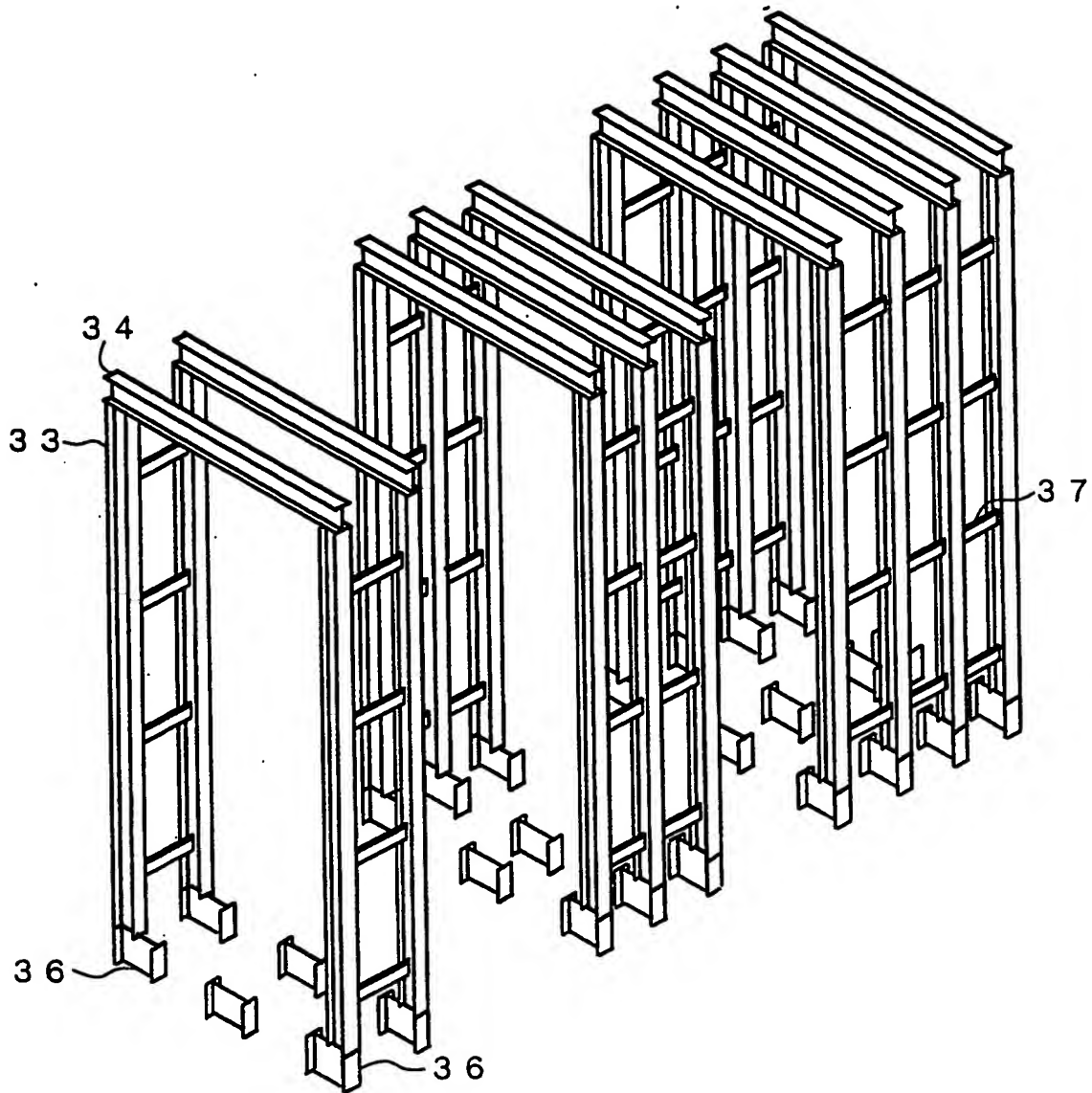


(a)



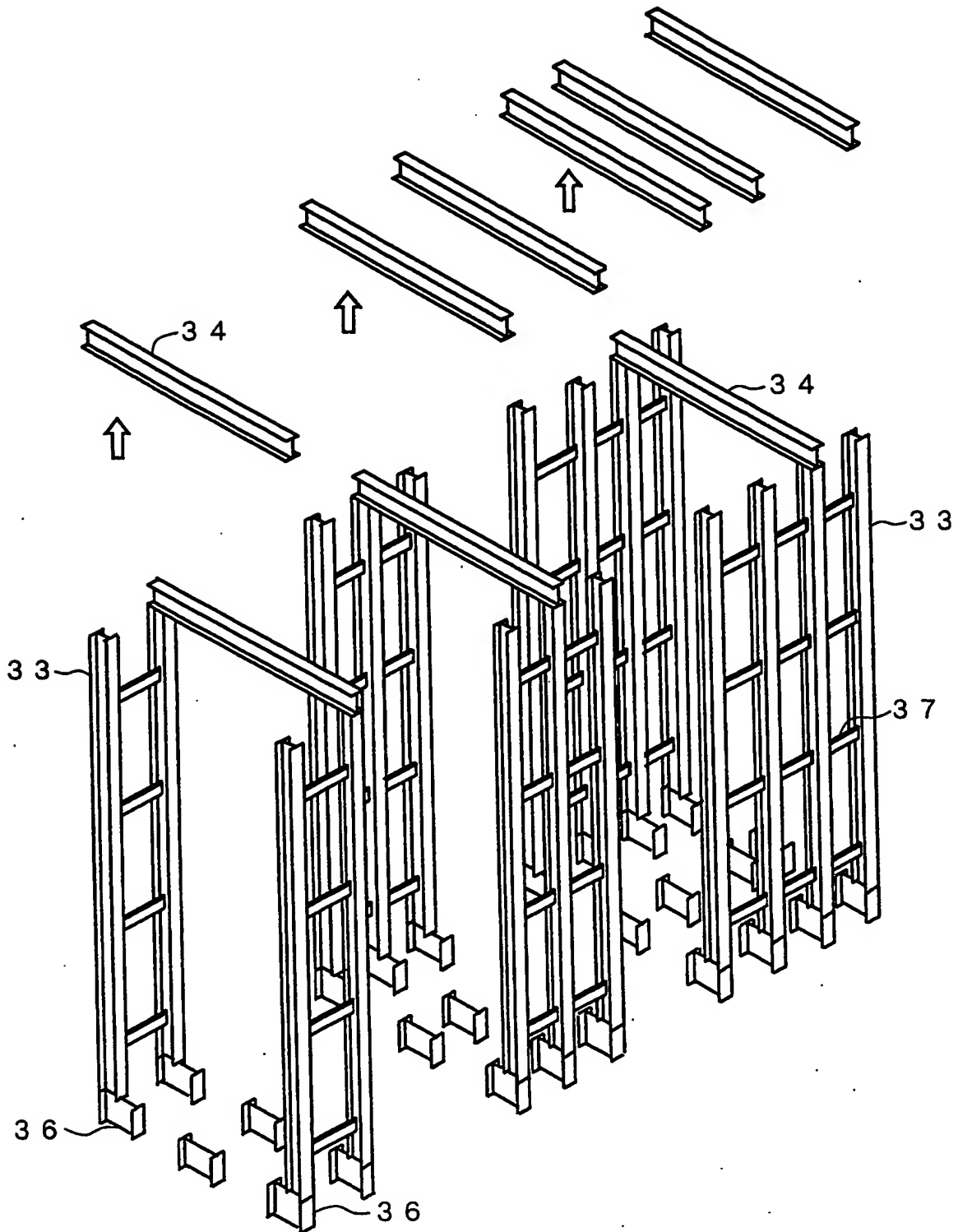
(b)

FIG. 7



8/20

FIG. 8



9/20

FIG. 9

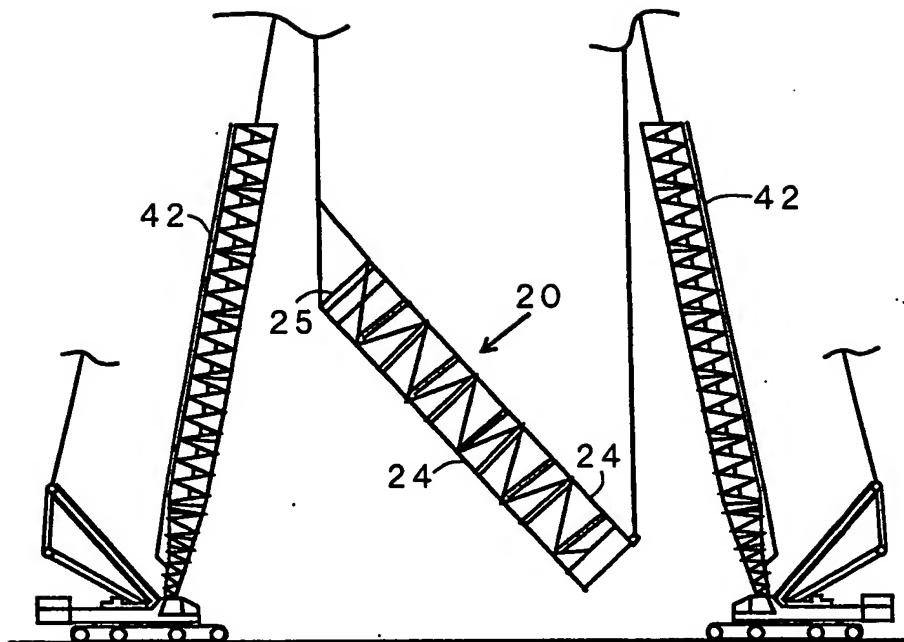
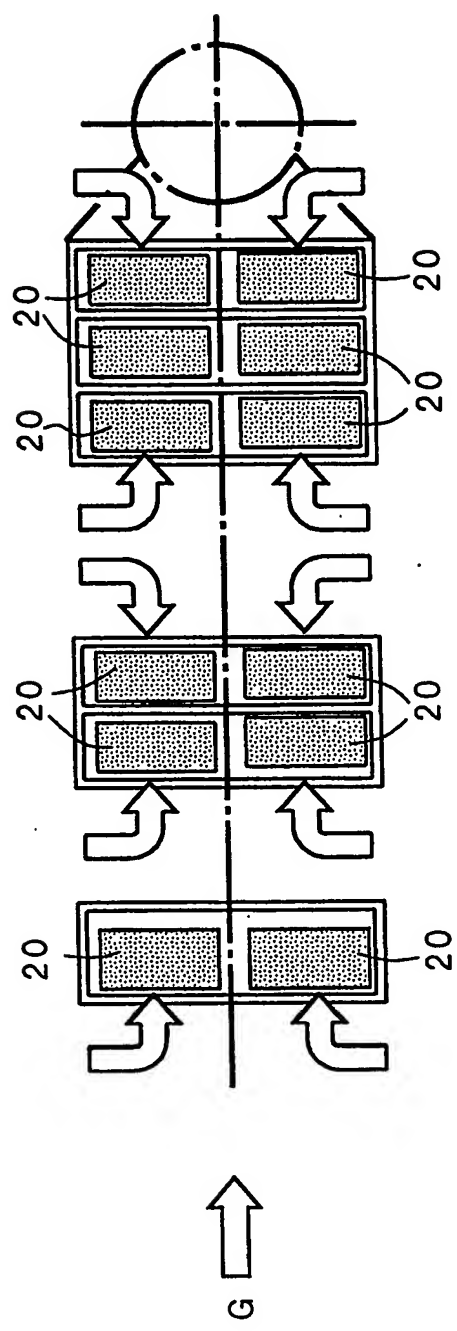


FIG. 10



11/20

FIG. 11

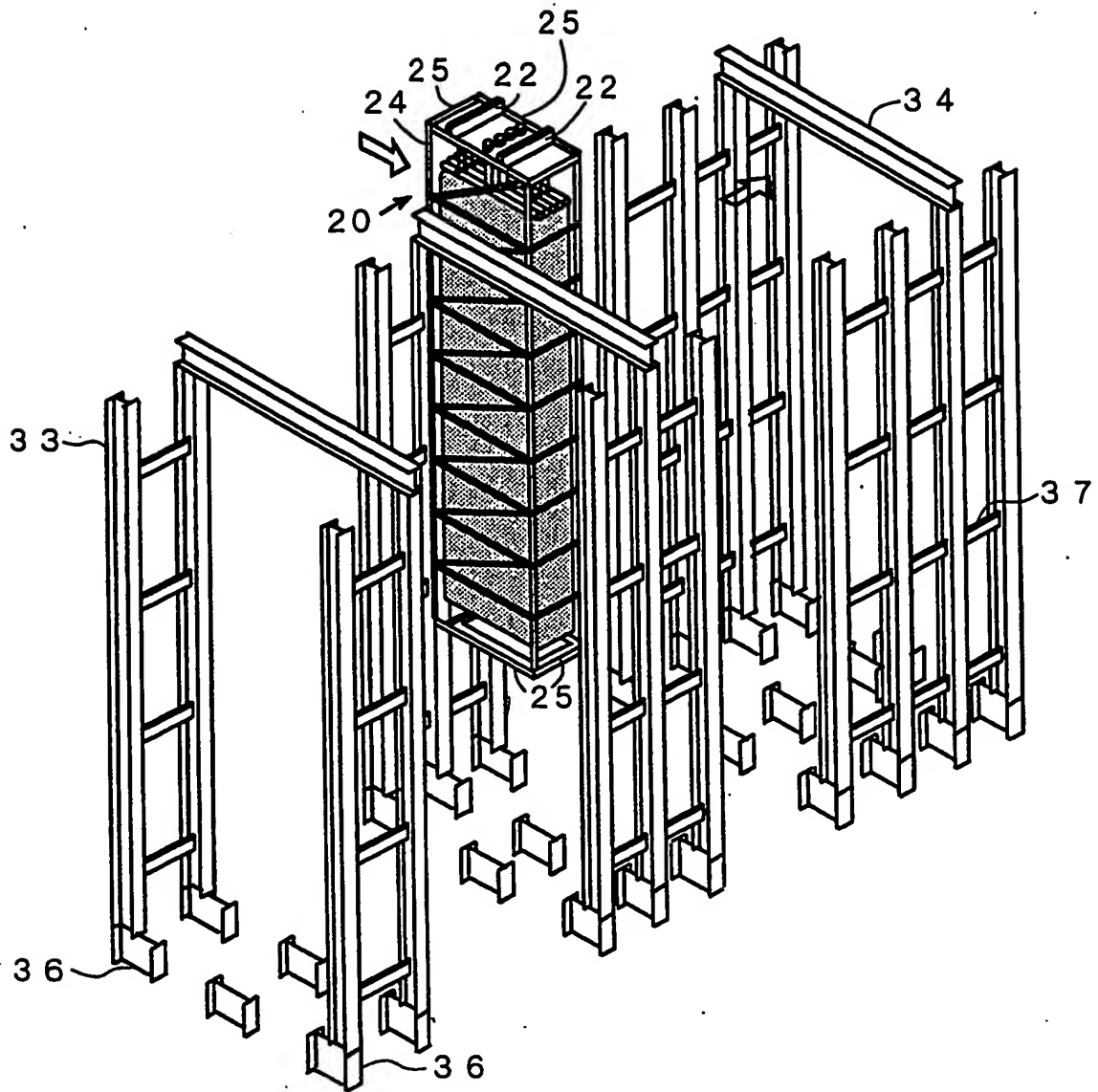
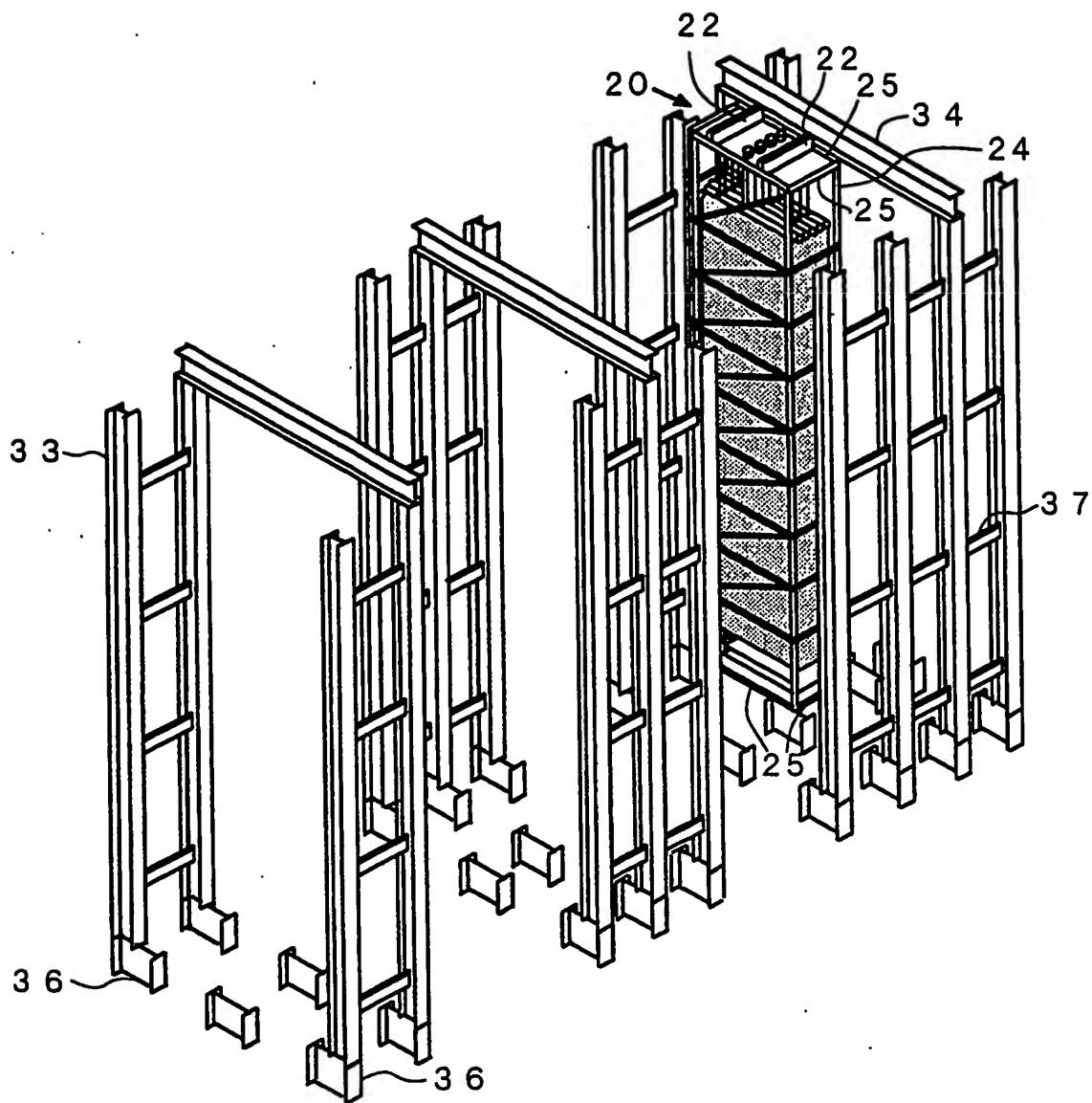
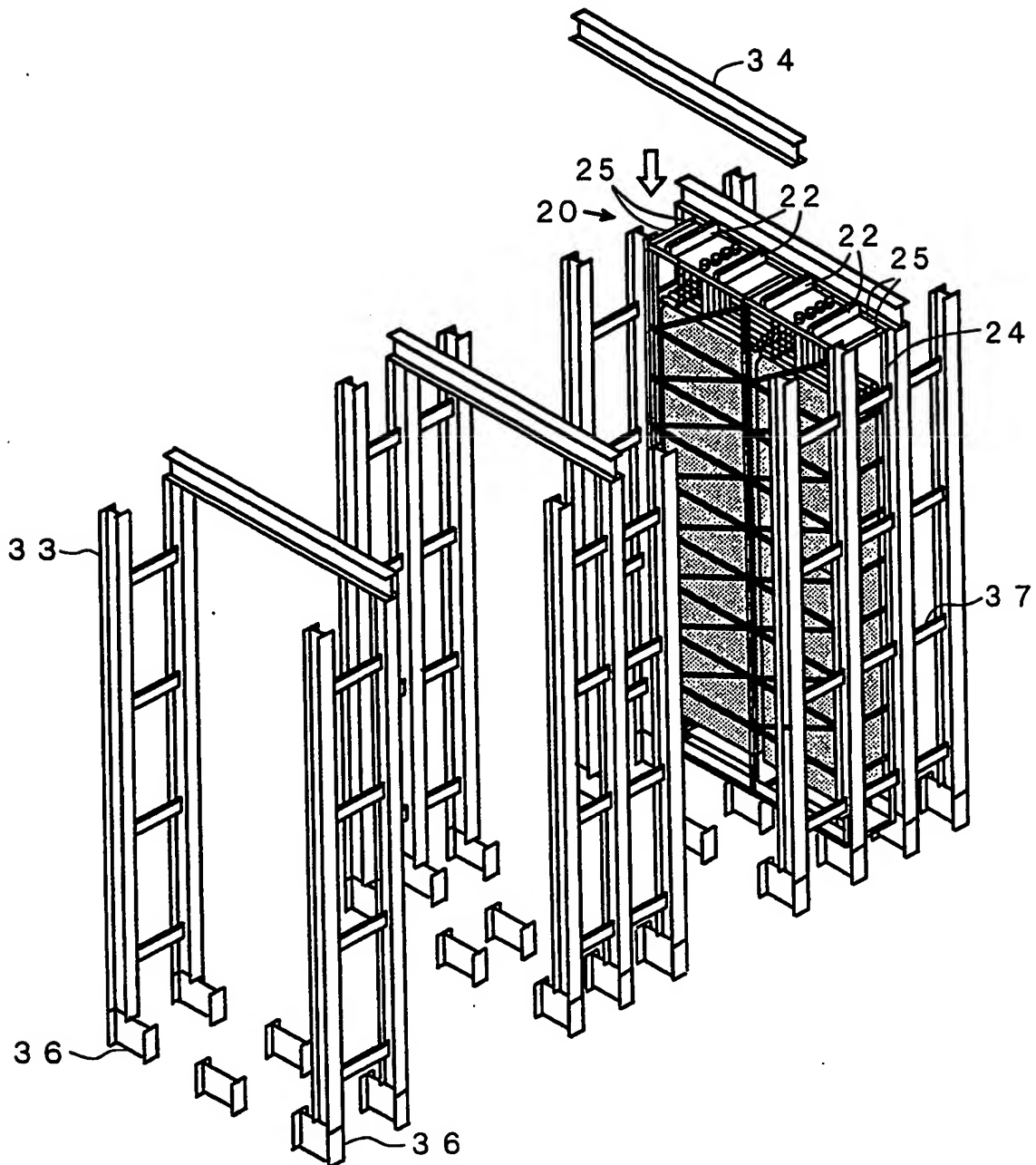


FIG. 12



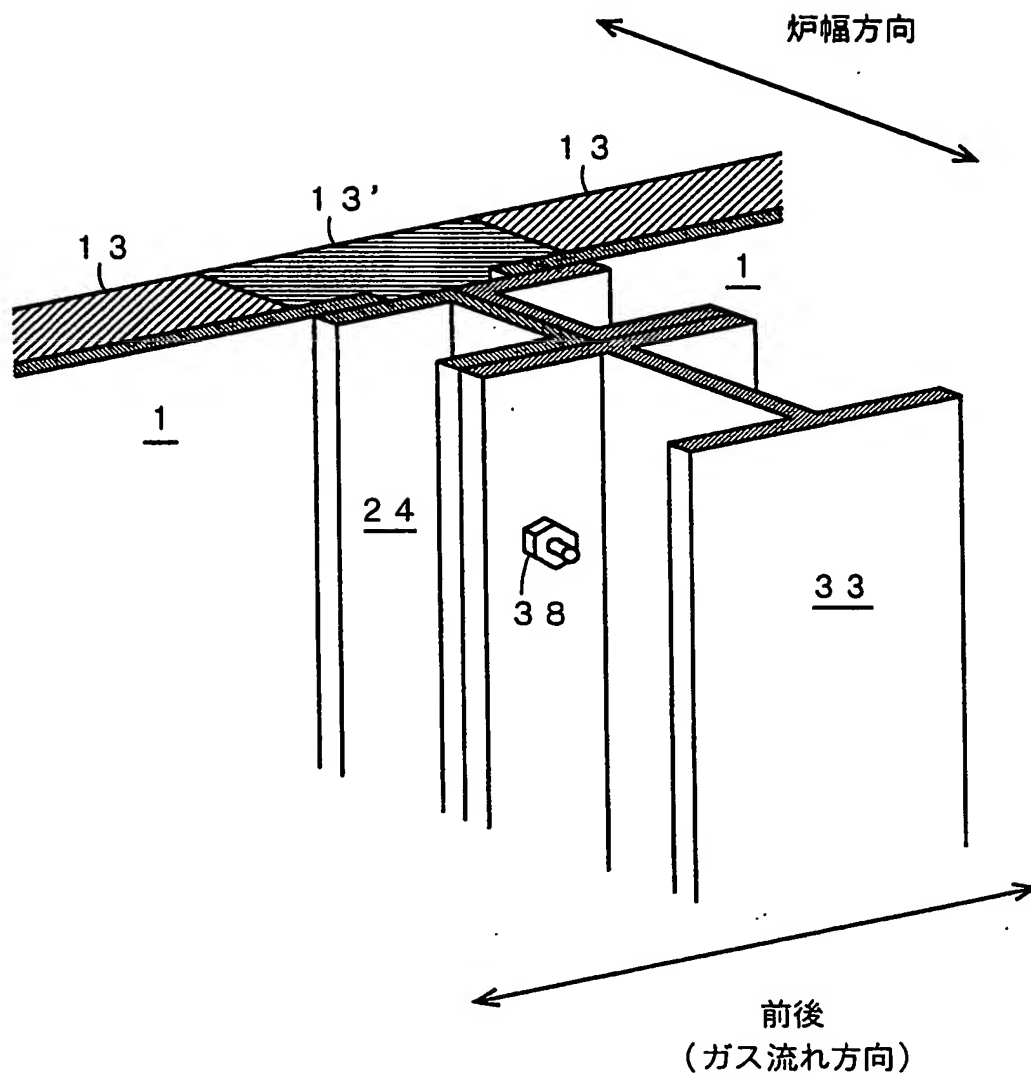
13/20

FIG. 13



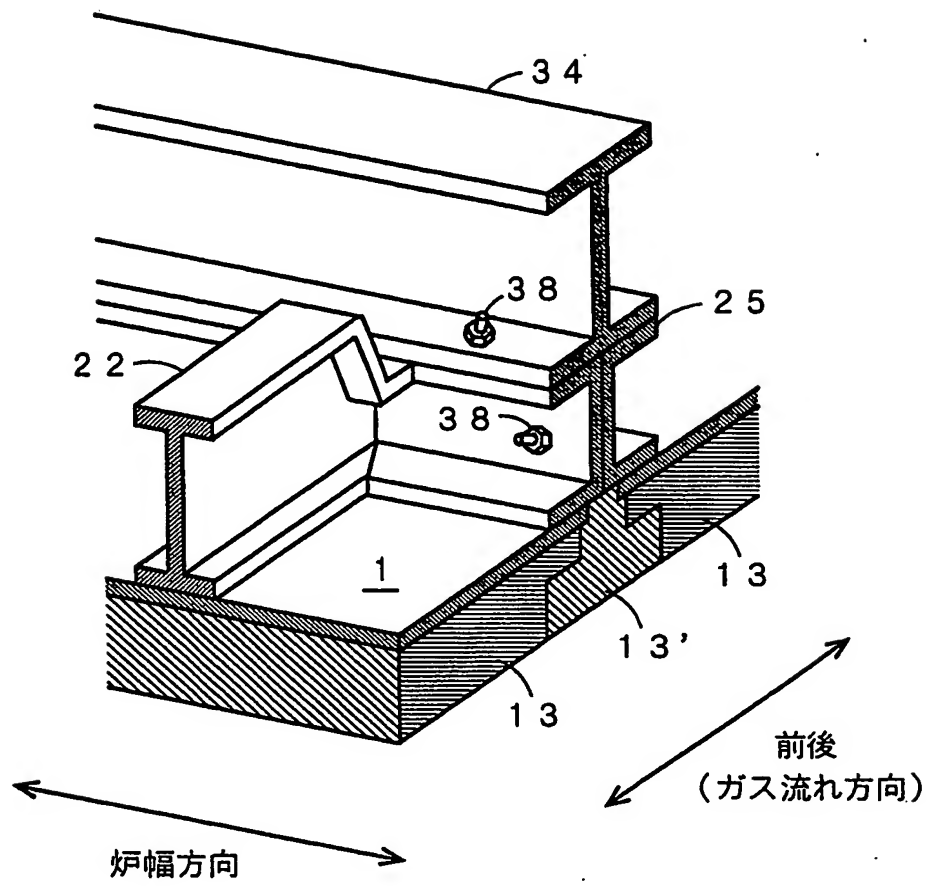
14/20

FIG. 14



15/20

FIG. 15



16/20

FIG. 16

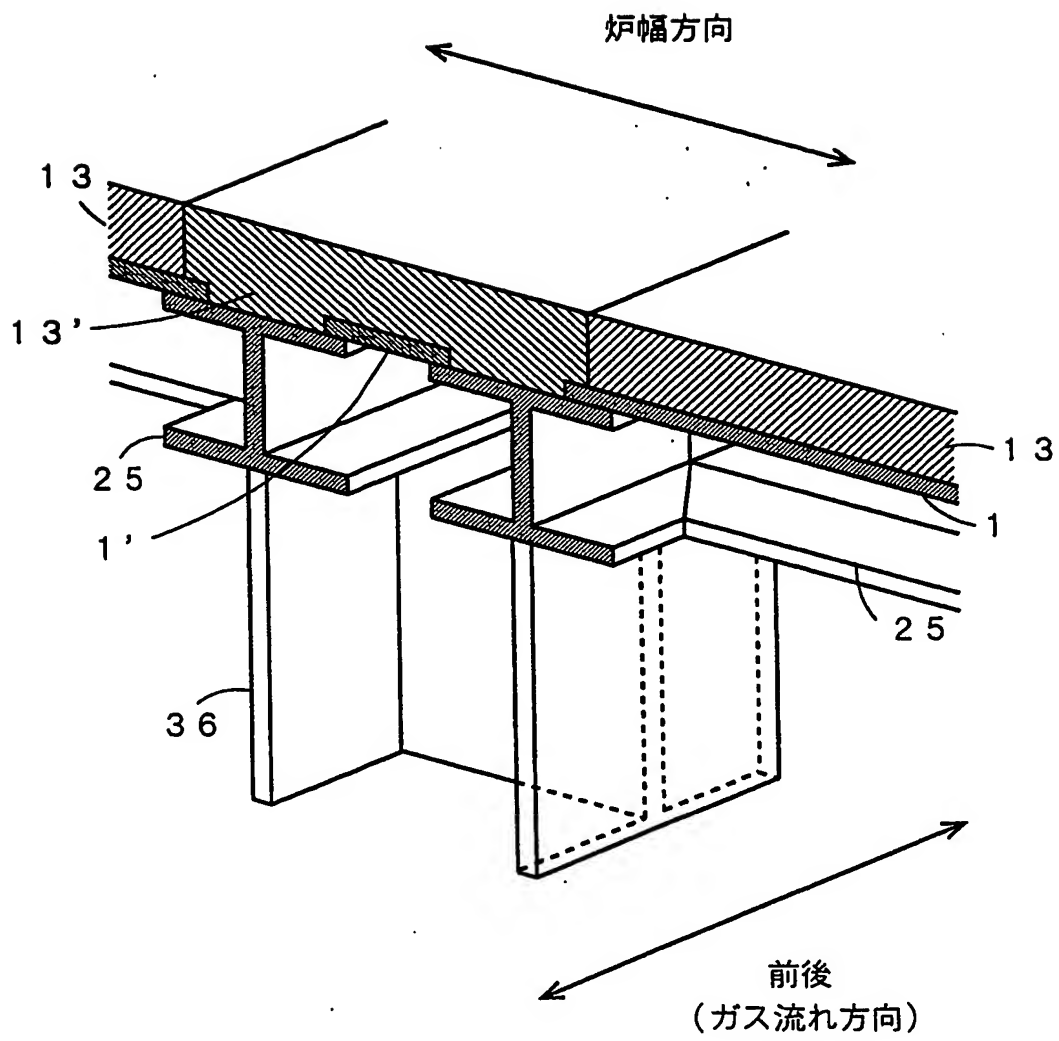


FIG. 17

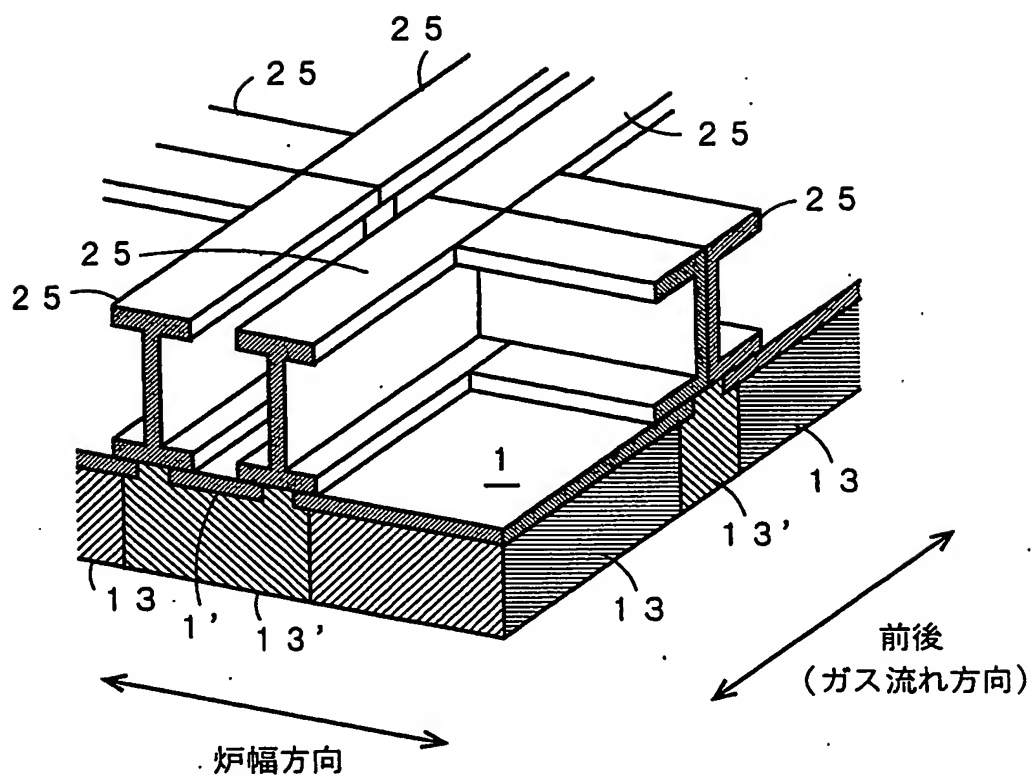
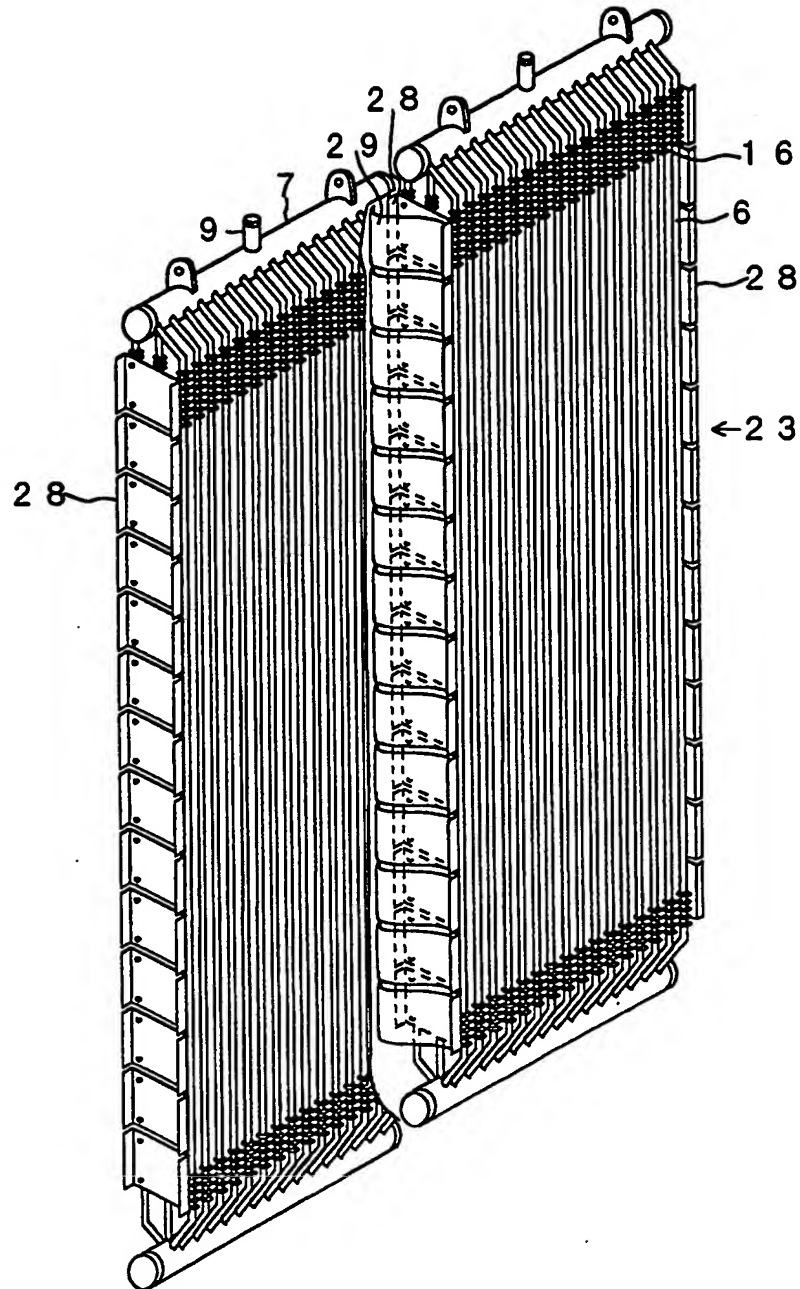
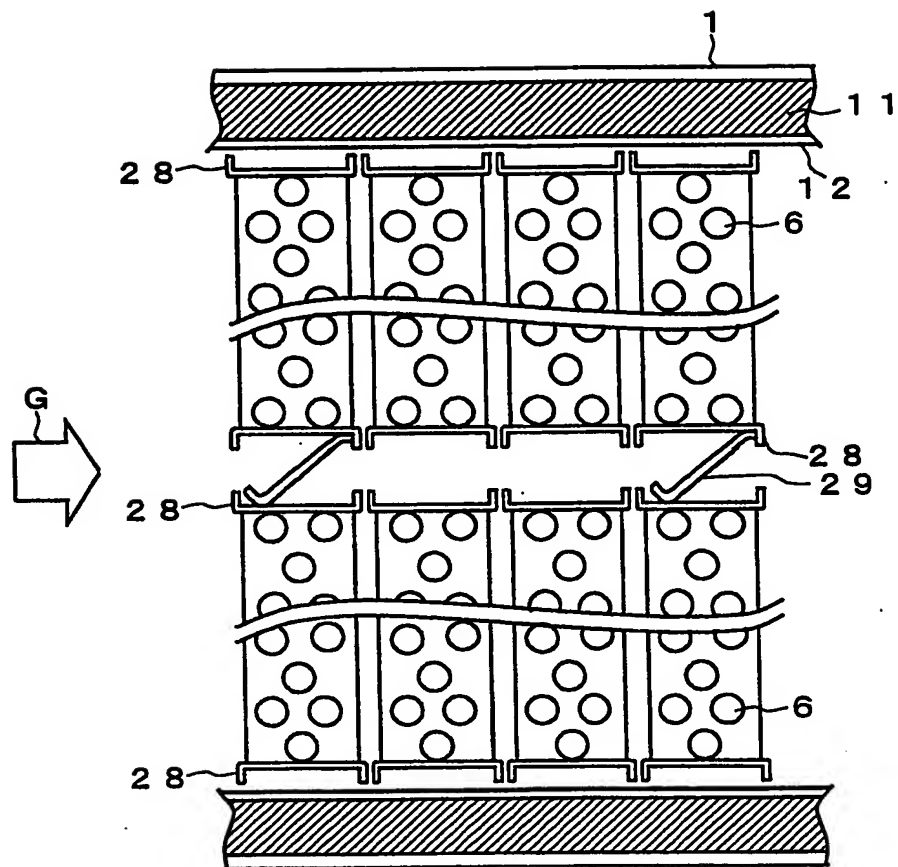


FIG. 18



19/20

FIG. 19



20/20

FIG. 20

